مقاله تحقیقی

تاثیر کلرید سدیم بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذور دو گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa*) و ماریتیغال (*Silybum marianum*)

حمیدرضا بلوچی*، علیرضا یدوی، محسن موحدی دهنوی

دانشگاه دولتی یاسوج، گروه زراعت و اصلاح نباتات، یاسوج، ایران

***مسؤول مکاتبات:** حمیدرضا بلوچی، دانشگاه دولتی یاسوج، گروه زراعت و اصلاح نباتات، کدپستی: ۷۵۹۱۸۷۴۸۳۱، تلفاکس: ۰۷۴۱۲۲۲۴۸۴۰، پست الکترونیکی: balouchi@mail.yu.ac.ir

محل انجام تحقیق: گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

تاریخ دریافت:۲ /۹۰/۸ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۲۵

چکیده

تنش‌های محیطی، به ویژه شوری و خشکی، بیش از عوامل دیگر موجب کاهش تولیدات زراعی در سطح جهان می‌شوند. با توجه به روند افزایشی توسعه اراضی شور و کمبود اراضی زراعی مطلوب برای کشاورزی، شناسایی گیاهان دارویی مقاوم به شوری، اهمیت زیادی دارد. انتخاب گیاهان مقاوم به شوری در مراحل جوانه‌زنی، روشی کم-هزینه و مطمئن جهت صرفه‌جویی در زمان محسوب می‌شود. به همین منظور، دو آزمایش جهت بررسی اثر غلظت‌های مختلف نمک کلرید سدیم بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذور سیاهدانه و ماریتیغال در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشگاه یاسوج در سال ۱۳۸۷ انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل سطوح صفر (شاهد)، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم بود. نتایج نشان داد که درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه گیاهان مورد مطالعه، با افزایش غلظت‌های شوری کاهش یافت. سیاهدانه تا سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار، مقاومت بهتری نسبت به ماریتیغال از خود نشان داد، اما از سطح ۱۵۰ میلی‌مولار به بالا با توجه به کاهش شدید مؤلفه‌های رشد و جوانه‌زنی در سیاهدانه، گیاه ماریتیغال مقاومت بهتری نشان داد. در شرایط بسیار شور، گیاه ماریتیغال دارای درصد و سرعت جوانه‌زنی پایین‌تری نسبت به سیاهدانه بود، اما به دلیل داشتن ریشه‌چه و ساقه‌چه‌هایی طویل‌تر با وزن خشک بالاتر نسبت به سیاهدانه، بقا و رشد بهتری نشان داد.

واژه‌های کلیدی: شوری، جوانه‌زنی، گیاهان دارویی، سیاهدانه، ماریتیغال

مقدمه

در طول تاریخ بشر، گیاهان دارویی در معالجهٔ بسیاری از بیماری‌ها و ناراحتی‌های جسمی و روانی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. از جمله این گیاهان، ماریتیغال است که در گذشته، از برگ‌های آن برای مداوای بیماری‌های صفراوی و ناراحتی‌های مربوط به دستگاه گوارش استفاده می‌کردند (۱). ماده مؤثر این گیاه که سیلی‌مارین (Silymarin) نام دارد، از نوع ترکیبات فلاونوئیدی است که در دانه‌های گیاه، ساخته و ذخیره می‌شود. سیاهدانه، گیاهی است با نام علمی *Nigella sativa* از خانواده آلاله (*Ranunculaceae*)، دو لپه‌ای، علفی و یک‌ساله (۲) که بقراط در آثار خود از این گیاه نام برده و مصرف آن را به‌صورت چاشنی روی نـان و برای مـداوای بسیاری از بیماری‌ها توصیه نموده است. دانهٔ

آن، قاعده‌آور، ضد کرم، مسهل و زیاد کننده ترشحات شیر است. از دانه‌های آن هنوز هم برای مصارف مذکور و دفع گازهای معده و بیماری‌های دستگاه تنفس استفاده می‌شود. سیاهدانه دارای ۴۰-۳۰ درصد روغن، ۱/۵-۰/۵ درصد اسانس، قندهای مختلف، مواد صمغی، آلبومینوئیدی، نیژلین، پروتئین (۲۰/۸۵ درصد)، اسیدهای چرب، اسید آمینه و آلکالوئیدها است (۳).

شوری آب و خاک، از مشکلات در حال افزایش جهان است و در ایران وسعت اراضی شور، تقریبا ۱۵/۲ درصد (حدود ۲۵ میلیون هکتار) از وسعت کل کشور را در بر می‌گیرد (۲). با توجه به روند افزایشی توسعهٔ اراضی شور و کمبود اراضی زراعی مطلوب برای کشاورزی، شناسایی گیاهان دارویی مقاوم به شوری، اهمیت زیادی دارد. انتخاب گیاهان مقاوم به شوری در مراحل جوانه‌زنی، روشی کم‌هزینه و مطمئن جهت صرفه‌جویی در زمان محسوب می‌شود. امروزه گیاهان دارویی از گیاهان مهم اقتصادی هستند که به صورت خام یا فرآوری شده، در طب سنتی و نوین صنعتی مورد استفاده و بهره‌برداری قرار می‌گیرند. جوانه‌زنی بذر، مرحله‌ای بحرانی در زندگی یک گیاه بوده و تحمل به شوری در طول جوانه‌زنی برای استقرار گیاهانی که در خاک‌های شور رشد می‌کنند، امری حیاتی است (۸).

تحقیق روی جوانه‌زنی بذر تحت تنش شوری نشان داده است که بذور، حداکثر جوانه‌زنی خود را در آب مقطر داشته‌اند و به افزایش شوری در فازهای جوانه‌زنی و رشد نهال بذر، بسیار حساس هستند (۹،۱۰). خسارت شوری در گیاهان از طریق اثر اسمزی، اثر سمیت ویژه یون‌ها و اختلال در جذب عناصر غذایی است (۱۱). شوری خاک می‌تواند جوانه‌زنی بذور را با ایجاد پتانسیل اسمزی خارجی و جلوگیری از جذب آب متوقف کند، یا توسط اثرات سمی یون‌های سدیم و کلر، جوانه‌زنی بذور را تحت-تاثیر قرار دهد (۱۲،۱۳). شوری و تنش‌های اسمزی عامل بازدارندگی یا تاخیر جوانه‌زنی بذور و استقرار نهال بذر آن است (۱۴). این تنش‌ها منجر به کاهش میزان جذب آب در طول دورهٔ آب‌نوشی و نیز سبب افزایش جذب یون‌ها می‌شود (۱۵).

اکثر گزارش‌ها حاکی از آن است که شوری، سبب کاهش رشد و تولید ماده خشک و جوانه‌زنی گیاهان می‌شود (۱۶،۱۸). Salmasi (۲۰۰۸) گزارش کرد که درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر شوید با افزایش شوری از ۵ دسی‌زیمنس بر متر، به شدت کاهش می‌یابد (۱۹). Akbari و همکاران (۲۰۰۷) نیز بیان نمودند که میزان جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه و ساقه‌چه گندم، با افزایش غلظت کلرید سدیم کاهش می‌یابد (۲۰). Hajar و همکاران (۱۹۹۶) مشاهده کردند که دانه-های سیاهدانه تا ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، مقاومت خوبی در جوانه‌زنی داشتند؛ هر چند وزن ساقه و ریشه و سطح برگ گیاهان قرار گرفته در سطح شوری بالاتر از ۱۵۰ میلی‌مولار، کاهش داشت (۲۱). صفرنژاد و همکاران، (۱۳۸۶، الف و ب) همچنین سلامی و همکاران (۱۳۸۵) مقدار ۱۰۰ میلی‌مولار را جهت مقاومت جوانه‌زنی بذور سیاهدانه، اسفرزه و زیره سبز به شوری گزارش دادند (۲،۴،۵). با توجه به اهمیت گیاهان دارویی و نیز وسعت اراضی شور، هدف از این آزمایش، بررسی اثر غلظت‌های مختلف نمک کلریدسدیم بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذور سیاهدانه و ماریتیغال است.

مواد و روش‌ها

نحوه اجرای آزمایش و اعمال تیمارها

به منظور تعیین اثر سطوح مختلف نمک کلرید سدیم بر شاخص‌های جوانه‌زنی دو گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa*) و ماریتیغال (*Silybum marianum*)، دو آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج در سال ۱۳۸۷ انجام شد. سطوح مختلف شوری در این آزمایش، غلظت‌های صفر (شاهد)، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار نمک NaCl است که برای تهیه این غلظت‌ها از کلرید سدیم خالص استفاده شد. در این آزمایش‌ها برای هر واحد آزمایشی، ۲۵ عدد بذر یکنواخت از ماریتیغال و سیاهدانه، انتخاب و با آب مقطر، شسته شده و بعد با هیپوکلرید سدیم ۱ درصد به مدت ۵ دقیقه ضدعفونی گردیدند. سپس با آب

مقطر، چندین بار شسته شدند. بذور، در ظروف پتری (به قطر ۹ سانتی‌متر و ارتفاع ۱/۵ سانتی‌متر) روی یک لایه کاغذ صافی واتمن شماره ۱ قرار گرفتند. به هر پتری، ۱۰ میلی‌لیتر از محلول‌های مورد نظر، اضافه و درب آن توسط پارافیلم بسته شد. سپس، پتری‌ها به دستگاه ژرمیناتور با درجه حرارت ۲ ±۲۰ درجه سانتی‌گراد منتقل گردید.

صفات اندازه‌گیری شده

هر روز بذور از لحاظ جوانه‌زنی، مورد بررسی قرار گرفتند. بعد از گذشت ۱۲ روز، با ثابت شدن تعداد بذور جوانه زده، درصد و سرعت جوانه‌زنی با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه گردید:

$$\text{درصد جوانه‌زنی} = n_i / N \times ۱۰۰,$$

$$\text{سرعت جوانه‌زنی} = \sum n_i/t_i$$

n_i: تعداد بذر جوانه‌زده تا روز i ام؛ t_i : روز i ام؛ N: تعداد کل بذر.

از هر ظرف پتری، ۱۰ گیاهچه به طور تصادفی، انتخاب و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه آن اندازه گیری شد. سپس برای تعیین وزن خشک، ابتدا نمونه‌ها با آب مقطر، شسته شدند و پس از جدا کردن ریشه‌چه و ساقه‌چه، در ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت درون دستگاه آون قرار گرفتند. سپس وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه اندازه گیری شد.

تجزیه آماری

تجزیه آماری داده‌ها، با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها، با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید (۲۲).

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که بین سطوح مختلف شوری، از نظر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه در ماریتیغال و سیاهدانه، اختلاف بسیار معنی‌داری (در سطح احتمال ۱ درصد) وجود دارد. اما نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه تنها در گیاه ماریتیغال تحت تاثیر سطوح مختلف شوری، تغییرات بسیار معنی‌داری را نشان داد (جدول ۱).

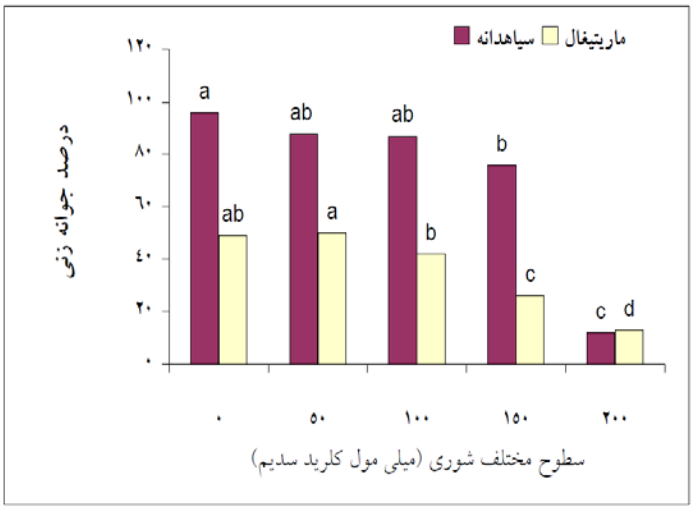
جدول ۱- تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی بذور ماریتیغال و سیاهدانه تحت تاثیر تیمارهای مختلف شوری.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه
ماریتیغال									
تیمار شوری	۴	۱۰۳۰.**	۲/۹۲**	۴۳۵۰.**	۱۲۱۱**	۱/۴۹**	۰/۴۵۰**	۲۰/۳۰**	۰/۰۱۴**
خطای آزمایش	۱۵	۲۴	۰/۰۹۸	۸۰/۹۷	۱۸/۲۱	۰/۱۲۶	۰/۰۳۲۹	۰/۶۵۰	۰/۰۰۲۶
ضریب تغییرات		۱۳/۶	۱۹/۶	۱۴	۱۶/۵	۱۲/۶	۱۱/۲	۱۲/۸	۱۸/۴
سیاهدانه									
تیمار شوری	۴	۴۶۷۲**	۸/۷۲**	۹۵۰.**	۲۱۳/۹۴**	۰/۰۶۴ ns	۰/۰۰۰۱**	۰/۳۶۰.**	۰/۰۰۰۲۹**
خطای آزمایش	۱۵	۱۰۱	۰/۲۸۲	۱۷/۵۸	۱/۸۰	۰/۰۶۶	۰/۰۰۰۰۰۵	۰/۰۰۴۸	۰/۰۰۰۰۳
ضریب تغییرات		۱۴	۱۹/۴	۱۳/۷	۹/۹	۱۱/۱۲	۱۳/۹	۱۱/۷	۱۷/۹

ns و **: به ترتیب، عدم وجود اختلاف معنی دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

با مقایسه دو گیاه در سطح شاهد، ماریتیغال دارای درصد جوانه‌زنی کمتری (حدود ۵۰ درصد) نسبت به سیاهدانه بود. با افزایش غلظت NaCl، درصد جوانه‌زنی در هر دو گیاه ماریتیغال و سیاهدانه، کاهش یافت. نتایج نشان داد که درصد جوانه‌زنی گیاه ماریتیغال تا ۱۰۰ میلی‌مولار و سیاهدانه تا ۱۵۰

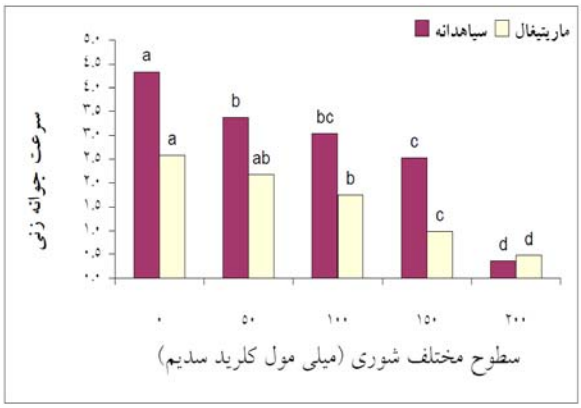
میلی‌مولار کلرید سدیم، کاهش معنی‌داری نداشت، اما درصد جوانه‌زنی در ماریتیغال با افزایش شوری از ۱۰۰ به ۱۵۰ میلی‌مولار، به میزان ۵۰ درصد کاهش یافت. این در حالی است که در سیاهدانه، با افزایش غلظت شوری از ۱۵۰ به ۲۰۰ میلی‌مولار، درصد جوانه‌زنی با شدت بیشتری (حدود ۸۵ درصد) کاهش نشان داد (نمودار ۱).



نمودار ۱ - مقایسه درصد جوانه‌زنی بذور ماریتیغال و سیاهدانه تحت سطوح مختلف شوری.

Hajar و همکاران (۱۹۹۶) مشاهده کردند که جوانه‌زنی دانه‌های سیاهدانه تا ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، مقاومت خوبی داشتند (۲۱)، در حالی‌که صفرنژاد و همکاران (۱۳۸۶، الف و ب)، همچنین سلامی و همکاران (۱۳۸۵) مقدار ۱۰۰ میلی‌مولار را جهت مقاومت جوانه‌زنی بذور سیاهدانه، اسفرزه و زیره سبز به شوری گزارش دادند (۲،۴،۵). آذرنیوند و همکاران (۱۳۸۶) با مطالعه روی دو گونه مرتعی *Artemisia* تحت تاثیر غلظت‌های ۱۰۰ تا ۴۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم به این نتیجه رسیدند که با افزایش میزان شوری، جوانه‌زنی کاهش معنی‌داری یافت؛ زیرا با افزایش شوری، میزان جذب آب توسط بذر، کاهش می‌یابد که این امر نشان‌دهنده اثر بازدارندگی شوری بر جوانه‌زنی بذرها است (۶). همچنین، کاهش جذب مؤثر، به علت بر هم خوردن تعادل اسمزی و نیز ایجاد سمیت یونی و در نهایت، اختلال در جذب عناصر است. این موضوع توسط سایر محققین نیز تایید شده است (۱۷،۲۴). تحقیقات نشان داده که افزایش شوری، سبب افزایش جذب سدیم، پتاسیم و فسفر و کاهش جذب نیتروژن می‌شود که این امر می‌تواند دلیل کاهش درصد جوانه‌زنی باشد (۲۴).

ماریتیغال در تیمار شاهد، دارای سرعت جوانه-زنی کمتری (حدود ۴۰ درصد) نسبت به سیاهدانه بود. با افزایش غلظت NaCl از ۵۰ میلی‌مولار، سرعت جوانه‌زنی در هر دو گیاه ماریتیغال و سیاهدانه، کاهش معنی‌داری یافت. اما سرعت جوانه-زنی در ماریتیغال، با افزایش شوری از ۱۰۰ به ۱۵۰ میلی‌مولار، به میزان ۵۰ درصد کاهش یافت. این در حالی بود که در سیاهدانه، با افزایش غلظت شوری از ۱۵۰ به ۲۰۰ میلی‌مولار، سرعت جوانه‌زنی با شدت بیشتری (حدود ۸۰ درصد) کاهش را نشان داد (نمودار ۲). تحقیقات نشان داد که با افزایش شوری از ۵ دسی‌زیمنس بر متر، درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور شوید به شدت کاهش یافت (۱۹).



نمودار ۲ - مقایسه سرعت جوانه‌زنی بذور ماریتیغال و سیاهدانه تحت سطوح مختلف شوری.

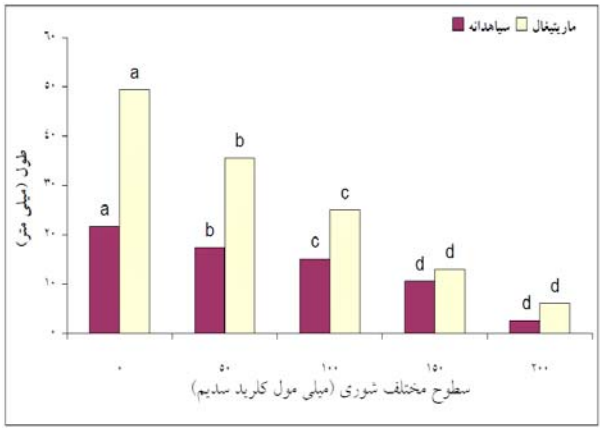
نتایج نشان داد که در تیمار شاهد، ماریتیغال دارای طول ریشه‌چه بیشتری (حدود ۵۵ درصد) نسبت به سیاهدانه است. با افزایش غلظت کلرید سدیم، طول ریشه‌چه در هر دو گیاه ماریتیغال و سیاهدانه، به طور معنی‌داری کاهش یافت. در سیاهدانه با افزایش غلظت شوری از صفر به ۵۰ میلی‌مولار، طول ریشه‌چه به میزان ۱۵ درصد کاهش یافت. این در حالی بود که طول ریشه‌چه در ماریتیغال، با افزایش شوری از ۵۰ میلی‌مولار با شدت بیشتری (حدود ۳۵ درصد) کاهش نشان داد (نمودار ۳).

نمودار ۳ - مقایسه طول ریشه‌چه‌ی گیاه ماریتیغال و سیاهدانه تحت سطوح مختلف شوری.

Akbari و همکاران (۲۰۰۷) نیز گزارش نمودند که میزان جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه و ساقه‌چه‌ی گندم، با افزایش غلظت کلرید سدیم کاهش یافت (۲۰).

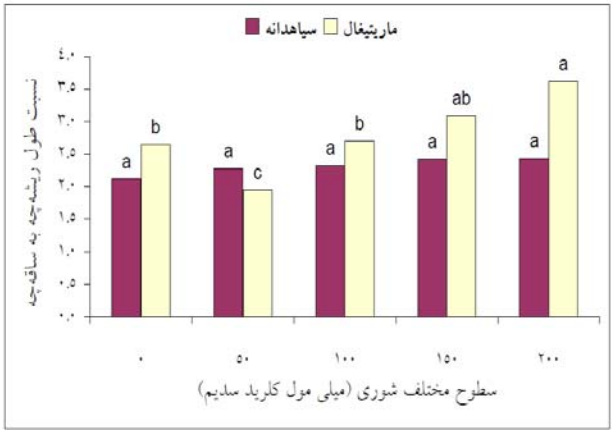
Hajar و همکاران (۱۹۹۶) کاهش طول ریشه‌چه را با افزایش غلظت NaCl به میزان ۱۵۰ میلی‌مولار نشان دادند (۲۱). کاهش رشد گیاهان تحت تنش شوری می‌تواند به دلیل کاهش ذخایر انرژی گیاه باشد که در نتیجه کاهش و اختلال در فعالیت‌های زیستی و متابولیسمی در گیاهان مختلف نظیر گندم (۲۵)، جو (۲۳) و لوبیا (۲۶) مشاهده شده است. همچنین شوری می‌تواند با تغییر نسبت مطلوب یون‌های سدیم به پتاسیم، تاثیر منفی بر فرآیندهای فیزیولوژیک گیاه بگذارد و در نتیجه، گیاه برای اجتناب از آن، مجبور به پایین نگه‌داشتن نمک موجود در سیتوپلاسم خود است که این عمل ممکن است باعث عدم توسعه ریشه و ساقه و در نهایت، کاهش طول آن شود (۱۱،۲۶).

در مقایسه دو گیاه در تیمار شاهد، ماریتیغال دارای طول ساقه‌چه بیشتری (حدود ۶۰ درصد) نسبت به سیاهدانه بود. مقایسه سطوح مختلف شوری نشان داد که طول ساقه‌چه در هر دو گیاه، با افزایش میزان شوری رابطه معکوس داشت و با افزایش میزان NaCl در محیط، طول ساقه‌چه بیشتر کاهش پیدا می‌کرد. در هر دو گیاه، با افزایش غلظت شوری از صفر به ۵۰ میلی‌مولار، طول ساقه‌چه به میزان ۱۵ درصد کاهش یافت (نمودار ۴). نتایج به دست آمده از آزمایش‌های انجام شده در این تحقیق، حاکی از کاهش مؤلفه‌های رشد با افزایش تنش شوری بود. تحقیقات دیگر نیز حاکی از کاهش طول ساقه و اندام‌های هوایی در اثر تنش شوری بود (۲۳).



نمودار ۴ - مقایسه طول ساقه‌چه گیاه ماریتیغال و سیاهدانه تحت سطوح مختلف شوری.

در تیمار شاهد، ماریتیغال دارای نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه بیشتری (حدود ۲۰ درصد) نسبت به سیاهدانه بود. سطوح مختلف شوری نشان داد که نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه در گیاه ماریتیغال با افزایش میزان شوری رابطه مستقیم دارد. هر چه میزان NaCl در محیط ریشه از ۵۰ میلی‌مولار افزایش یابد، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه افزایش پیدا می‌کند، اما این نسبت در سیاهدانه با افزایش غلظت کلرید سدیم، تغییر معنی-داری نشان نمی‌دهد (نمودار ۵).



نمودار ۵ - مقایسه نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه گیاه ماریتیغال و سیاهدانه تحت سطوح مختلف شوری.

در مقایسه دو گیاه، ماریتیغال دارای وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه بیشتری نسبت به سیاهدانه در تیمار شاهد بود. با افزایش غلظت NaCl از ۵۰ میلی‌مولار به بالا، وزن خشک ریشه‌چه

و ساقه‌چه در هر دو گیاه ماریتیغال و سیاهدانه کاهش معنی‌داری می‌یابد (جدول ۲).

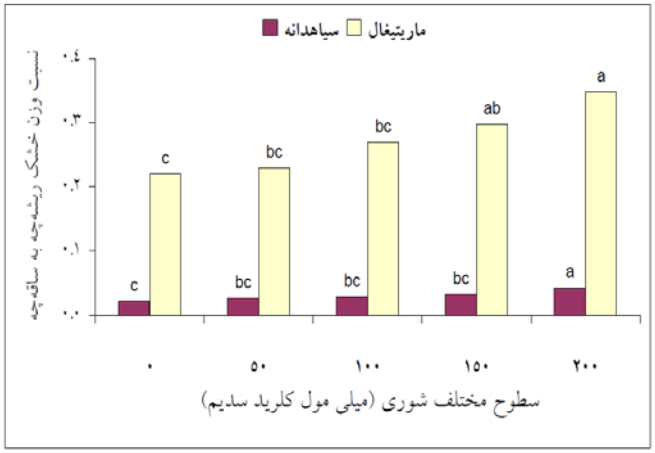
جدول ۲ - مقایسه میانگین وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه گیاه ماریتیغال و سیاهدانه تحت تیمارهای مختلف شوری.

سطوح مختلف شوری (میلی‌مولار غلظت NaCl)	وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم)		وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم)	
	ماریتیغال	سیاهدانه	ماریتیغال	سیاهدانه
صفر	۱/۸۰ a	۰/۰۲۰ a	۸/۱۷ a	۰/۹۰۷ a
۵۰	۱/۹۷ a	۰/۰۲۳ a	۸/۶۰ a	۰/۸۷۵ a
۱۰۰	۱/۷۵ ab	۰/۰۱۶ b	۶/۵۰ b	۰/۵۵۲ b
۱۵۰	۱/۴۸ b	۰/۰۱۳ b	۴/۹۷ c	۰/۴۰۵ c
۲۰۰	۱/۱۱ c	۰/۰۰۹ c	۳/۱۹ d	۰/۲۱۲ d

اعداد با حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن ($P\leq0.05$) اختلاف معنی‌داری ندارند.

افزایش عناصری نظیر سدیم در محیط ریشه که نقش محدود کننده رشد را به عهده دارند، سبب کاهش وزن ریشه با افزایش غلظت شوری می‌گردد. در تحقیقاتی که پیرامون اثر تنش شوری در گیاه سیاهدانه انجام شد کاهش وزن ریشه در غلظت ۱۵۰ میلی‌مولار NaCl ذکر شده است (۲۱). ریشه، اولین اندامی است که با تنش شوری مواجه می‌شود و مقدار زیادی انرژی دریافتی و ذخیره‌ای گیاه را صرف مقابله با تنش شوری و مکانیزم‌های اجتناب از آن می‌کند. این عمل، باعث کاهش کارایی ریشه برای تأمین عناصر مورد نیاز سایر اندام‌ها می‌شود و در کل، این عوامل می‌توانند موجب کاهش وزن خشک ریشه گردند (۵). Singh و Pal (۲۰۰۱) گزارش کردند که با افزایش شوری، مقدار نیتروژن و سدیم گیاه اسفرزه افزایش یافت و مقدار پتاسیم، کلسیم و منیزیم، کاهش نشان داد و این امر باعث کاهش طول اندام هوایی و در نتیجه، کاهش وزن خشک ساقه گردید (۲۷).

نتایج نشان داد که در مجموع، ماریتیغال دارای نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه بیشتری (حدود ۲۰۰ درصد) نسبت به سیاهدانه است. بررسی سطوح مختلف شوری نشان داد که نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه در هر دو گیاه، با افزایش میزان شوری رابطه‌ای مستقیم داشته و هر چه میزان NaCl در محیط ریشه افزایش می‌یابد، نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه افزایش پیدا می‌کند (نمودار ۶).



نمودار ۶ - مقایسه نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه گیاه ماریتیغال و سیاهدانه در سطوح مختلف شوری.

افزایش معنی‌دار نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه تحت تاثیر شوری را می‌توان به تاثیر بیشتر شوری بر رشد ساقه‌چه در مقایسه با رشد ریشه‌چه نسبت داد. بازدارندگی شوری بر رشد گیاهچه، توسط سایر محققین نیز گزارش شده است. شکاری و همکاران (۱۳۷۷)، همچنین Al-Neimi و همکاران (۱۹۹۲) افزایش نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه را تحت تاثیر شوری گزارش کردند (۲۸، ۲۷). در این رابطه، Vahid و همکاران (۱۹۹۷) و Reggiani و همکاران (۱۹۹۵) اظهار داشتند که تحمل گیاه به تنش شوری در مراحل پس از جوانه‌زنی، به توانایی آن برای تجمع و ذخیره مقادیر زیاد یون‌های سدیم و کلر در واکوئل، به طوری که متابولیسم سلولی تحت تاثیر سمیت آن یون‌ها قرار نگیرد، بستگی دارد (۳۰، ۲۹).

کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی مورد مطالعه را می‌توان به کاهش میزان و کند شدن سرعت جذب اولیه آب و همچنین تاثیر منفی پتانسیل‌های اسمزی کم و سمیت یون‌ها بر فرایندهای بیوشیمیایی جوانه‌زنی نسبت داد (۳۱). مصرف بیش از حد انرژی در جهت کنترل و کاهش اثر تنش شوری برای برقراری تعادل یونی و اسمزی به منظور جلوگیری از سمیت یون‌ها و نیز حفظ آماس سلولی می‌تواند از علل عمده کاهش ماده خشک در بسیاری از گیاهان نظیر سیاهدانه، زیره سبز و غلات باشد (۲۱،۲۵).

در کل، تحقیق حاضر تاکیدی بود بر نتایج سایر مطالعات، به طوری که با افزایش غلظت نمک کلرید سدیم، مؤلفه‌های درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش می‌یابد. علت آن را می‌توان نتیجه افزایش پتانسیل اسمزی محیط کشت دانست که منجر به کاهش جذب آب توسط بذور و همچنین مانع ادامه فعالیت‌های طبیعی گیاهچه می‌شود. همچنین با در نظر گرفتن اهمیت جوانه‌زنی و نیز رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه، گیاه سیاهدانه تا سطح شوری ۱۵۰ میلی مولار کلرید سدیم، مقاومت بهتری نسبت به ماریتیغال از خود نشان داد. اما از سطح ۱۵۰ میلی‌مولار به بالا، با توجه به کاهش شدید مؤلفه‌های رشد و جوانه‌زنی در سیاهدانه، گیاه ماریتیغال مقاومت بهتری نشان داد. در شرایط بسیار شور، گیاه ماریتیغال دارای درصد و سرعت جوانه‌زنی پایین‌تری نسبت به سیاهدانه است، اما به دلیل داشتن ریشه‌چه و ساقه‌چه‌هایی طویل‌تر با وزن خشک بالاتر نسبت به سیاهدانه، بقا و رشد آن در شرایط بسیار شور، بیشتر است. این نتیجه فقط در مرحله جوانه‌زنی بررسی شده است و ممکن است این دو گیاه در سایر مراحل رشد، واکنش‌های متفاوتی به تنش شوری نشان دهند که باید مورد مطالعه قرار گیرد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان مقاله، بدین وسیله از زحمات کارشناس محترم آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشگاه یاسوج، سرکار خانم مهندس حکیمه کرمی که در اجرای این تحقیق همکاری لازم را داشتند.

منابع مورد استفاده

۱. ابدالی مشهدی، ع ق، فتحی، خ، عالمی، س، ۱۳۷۹. بررسی اثر سطوح مختلف تراکم بر عملکرد و میزان روغن دانه گیاه دارویی ماریتیغال در شرایط آب و هوایی اهواز. چکیده مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران.

۲. صفرنژاد، ع س، علی‌صدر، ح، حمیدی، ب، ۱۳۸۶. اثر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژی سیاهدانه. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران. جلد ۱۵، شمارهٔ ۱، ص ۸۴-۷۵.

۳. فراوانی، م، فارسی، م، ۱۳۷۸. بررسی خصوصیات زراعی و بعضی از صفات سیتوژنتیکی و تنوع ژنتیکی در توده‌های سیاهدانه. گزارش نهایی. انتشارات سازمان تحقیقات و آموزش جهاد کشاورزی.

۴. سلامی، م ر، صفرنژاد، ع، حمیدی، ح، ۱۳۸۵. اثر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژی زیره سبز و سنبل الطیب. پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی. شمارهٔ ۷۲، ص ۸۳-۷۲.

۵. صفرنژاد، ع، سلامی، م ر، حمیدی، ح، ۱۳۸۶. الف. بررسی خصوصیات مورفولوژی گیاهان دارویی اسفرزه در برابر تنش شوری. پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی. شمارهٔ ۷۵، ص ۱۶۰-۱۵۲.

۶. آذرنیوند، ح، قربانی، م، جنیدی جعفری، ح، ۱۳۸۶.

بررسی اثر کلرید سدیم بر جوانه‌زنی دو گونه مرتعی *Artemisia*. تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۱۴ (۳)، ص ۳۵۲-۳۵۸.

۷. شکاری، ف، رحیم‌زادهٔ خوئی، ف م، ولیزاده، ه، آلیاری، م، شکیبا، ر، ۱۳۷۷. اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی ۱۸ رقم کلزا. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. نشر آموزش کشاورزی. کرج.

8. Khan, M. A., Ungar, L. A., Showalter, A. M., 2000. Effects of sodium chloride treatments on growth and ion accumulation of the halophyte *Haloxylon recurvum*. Commune. Soil Science and Plant Annual 31: 2763-2774.
9. Ghoulam, C., Fares, K., 2001. Effect of salinity on seed germination and early seedling growth of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Seed Science and Technology 29: 357-364.
10. Gulzar, S., Khan, M. A. Ungar, L. A., 2003. Salt tolerance of a coastal salt marsh grass. Commune, Soil Science and Plant Annual 34: 2595-2605.
11. Niu, X., Bressan, R. A., Hasegawa, P. M., Pardo, J. M., 1995. Ion homeostasis in NaCl stress environments. Plant Physiology 109: 735-742 .
12. Khajeh-Hosseini, M., Powell, A. A., Bingham, I. J., 2003. The interaction between salinity stress and seed vigour during germination of soybean seeds. Seed Science and Technology 31: 715–725.
13. Welbaum, G. E., Tissaoui, T. Bradford, K. J., 1990. Water relations of seed development and germination in muskmelon (*Cucumis melon* L.). III. Sensitivity of germination to water potential and abscisic acid during development. Plant Physiology 92: 1029-1037.
14. Almansouri, M., Kinet, J. M., Lutts, S. 2001. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). Plant Soil 231. 243–254.
15. Murillo-Amador, B., Lopez-Aguilar, R., Kaya, C., Larrinaga-Mayoral, J., Flores-Hernandez, A., 2002. Comparative effects of NaCl and polyethylene glycol on germination, emergence and seedling growth of cowpea. Journal of Agronomy and Crop Science 188: 235–247.
16. Bajji, M., Kine, J. M., Lutts, S., 2002. Osmotic and ionic effects of NaCl on germination, early seedling growth and ion content of *Atriplex halimus*. Canadian Journal of Botany 80: 297-304.
17. Shalhevet, J., 1993. Plant under salt and water stress. In: Plant adaptation to environmental stress (Eds: L .Fowden, T. Mansfield, and J. Stoddard) 133-1554.
18. Tawfik, A., Noga, A., 2001. Priming of Cumin (*Cuminum cyminum*) seeds and its effects of germination, emergence and storability. Journal of Applied Botany 75: 216-220.
19. Salmasi, S. Z., 2008. Effects of salinity and temperature on germination of drill (*Anethum graveolens* L.). Plant Sciences Research 1: 27-29.
20. Akbari, G., Modarres Sanavy, S. A. M., Yousefzadeh, S., 2007. Effect of Auxin and salt stress (NaCl) on seed germination of wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). Pakistan Journal of Biological Science 10: 2557-2561.
21. Hajar, A. S., Zidan, M. A. Al-zahrani, H. S., 1996. Effect of salinity stress on the germination, growth and physiological activities of *Nigella sativa* L. Persian Gulf of Journal of Science and Research 14: 445-454 .
22. SAS, Institution, 1996. SAS/STAT user's guide. Second edition. SAS Institute Inc. Cary, N.C.
23. Penuelas, J., Isla, R., Filella, I., Araus, J. L., 1997. Visible and near infrared reflectance assessment of salinity effects on barley. Crop Science 37: 198-202.
24. Safarnejad. A., Collin, H. A., Bruce, K. D., Neilly, T. Mc, 1996. Characterization of alfalfa (*Medicago sativa* L.) following *in vitro* selection for salt tolerance. Euphytica 92: 55-61.
25. Kerepesi, H., Galiba, G., 2000. Osmotic and salt stress induced alternation in soluble carbohydrate content in wheat seedling. Crop Science 40: 482-487.
26. Shabala, S., Babourina, O., Newman, I., 2000. Ion specific mechanisms of osmoregulation in bean mesophyll cells. Journal of Experimental Botany 51: 1243-1253.
27. Singh, L., Pal, B., 2001. Effect for saline water and fertility levels on yield, potassium, zinc content and uptake by blonde psyllium (*Plantago* sp.). Crop Research 22: 424-431.
28. Al-Niemi, T. S., Campbell, W. F. Rnmbaugh, M., 1992. Response of alfalfa cultivars to salinity during germination and post germination growth. Crop Science 32: 976-980.
29. Reggiani, R., Bozo, S., Bertani, A., 1995. Effect of salinity on early seedling growth of seeds of three wheat (*Triticum aestivum*

L.) cultivars. Canadian Journal of Plant Science 75: 175-177.
30. Wahid, A., Rasul, E., Rao, A. R., 1997. Germination responses of sensitive and tolerant sugarcane lines to sodium chloride Seed Science and Technology 25: 467-470.
31. Misra, N., Dwivedi, U. N., 1995. Carbohydrate metabolism during seed germination and seedling growth in green gram under saline stress. Plant Physiology and Biochemistry 33: 33-40.